

百万年を評価できる地下水年代測定法の開発 —オーストラリア大鑽井盆地での実証—

背景

高レベル放射性廃棄物処分の安全評価では、地下水流速の評価が重要である。これは流速が遅いほど、漏出した核種の移行が遅延され、壊変によって毒性が低下するためである。しかし、遅い流速を直接評価することは困難なため、天然に存在する放射性同位体に着目した地下水年代測定法が有望であると考えられている。しかし、処分の評価時間に対応する古い地下水年代を評価する技術は、適用例が少なく、十分に妥当性が確認されていない。

目的

十万年～百万年の非常に古い地下水年代を評価できる ^{36}Cl ^{注1)}と ^4He ^{注2)}による年代測定法を、地下水流動の単純なオーストラリア大鑽井盆地に適用し、その妥当性を検証する。

主な成果

オーストラリア大鑽井盆地において、地下水調査を実施した。大鑽井盆地は、①涵養域の山地部から流出域のエアー湖までの距離が千キロにもものぼる、②地質構造が単純で地下水の流動方向が理解しやすいため、地下水の滞留時間が数百万年以上と考えられ、地下水年代の検証に適している。

1. ^{36}Cl による地下水年代測定法の妥当性の検証

^{36}Cl は 30.1 万年の半減期を持っており、この ^{36}Cl の壊変による減少に着目して地下水年代を評価する方法である。 ^{36}Cl 濃度は、涵養域の山地部から流出域のエアー湖に向けて低下する。この ^{36}Cl 濃度の変化は、滞留時間の増加に伴う ^{36}Cl の壊変を表している。また、 ^{36}Cl 濃度と涵養域からの距離には、非常に高い相関性がある。このため、 ^{36}Cl による年代測定法は、理想的な流動場では、非常に良い精度で古い年代の評価が可能である。

2. ^4He による年代測定法の妥当性の検証

^4He は地盤中に微量に含まれるウラン・トリウム壊変による発生と帯水層外部からの流入による増加に着目して地下水の年代を評価する方法である。この ^4He 濃度は、涵養域から流出域に向けて増加する。これは、滞留時間の増加に伴う ^4He の蓄積を表している。 ^4He による年代測定法と、 ^{36}Cl 、 ^{14}C の相関性を検討した結果、良い相関があることがわかった。これらの結果から、 ^4He による年代測定は、広範囲にわたる地下水年代を評価できる技術として妥当性を確認できた。

なお、本研究は、経済産業省からの受託研究「地下水年代測定技術調査」として実施した。

今後の展開

開発してきた地下水年代測定技術の適用性の向上を図るために、国内のサイトに適用し、適用上の課題の抽出と課題を解決するための技術開発を行う。

主 担 当 者 地球工学研究所 バックエンド研究センター 主任研究員 長谷川 琢磨

関連報告書 「地下水年代測定評価技術の開発(その4) — ^{36}Cl と ^4He による地下水年代測定法のオーストラリア大鑽井盆地での検証—」 電力中央研究所報告: N05068 (2006年3月)

6. 立地・施設保全

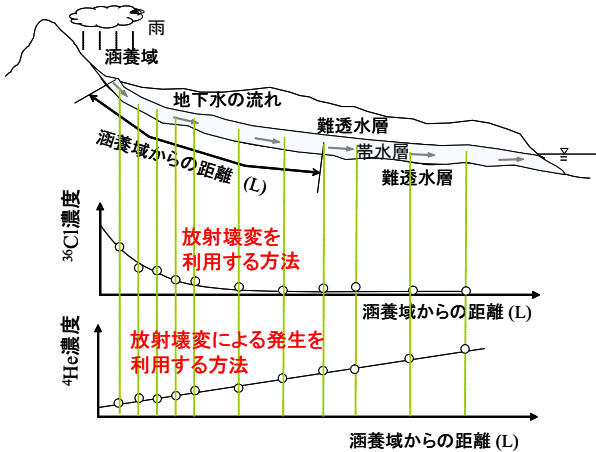


図1 地下水年代測定の方法

^{36}Cl では放射壊変による濃度の低下、 ^4He では蓄積による濃度の増加に着目して年代を評価する。

対象物質	半減期 (year)	10^{-1}	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7
^{222}Rn	0.01	~0.03								
^{85}Kr	10.72		1~40							
^3H	12.43		1~60							
$^3\text{H} + ^3\text{He}$			1~100							
^{39}Ar	269			50~2000						
^{14}C	5730			500~20,000						
^{81}Kr	2.1×10^5						$10^4 \sim 10^5$			
^{36}Cl	30.1×10^6							$5 \times 10^4 \sim 10^6$		
^{129}I	1.6×10^7								$5 \times 10^6 \sim 5 \times 10^7$	
^4He									$1,000 \sim 10^7$	

図2 地下水年代測定法の種類と適用範囲

評価可能な地下水年代は半減期に依存する。濃度の定量が困難になるため。

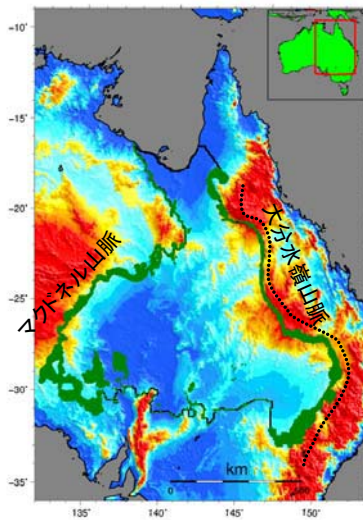


図3 オーストラリア大鑽井盆地の地形図

地下水は標高の高い山地部で涵養し、標高の低いエアール湖に向けて流動する。■が大鑽井盆地の境界

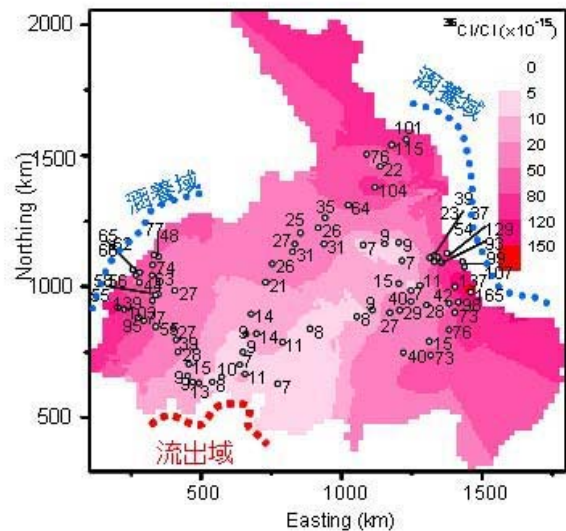


図4 $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$ の分布

涵養域で値が大きく、流動方向に放射壊変で減少、数字は井戸における観測値を示す。

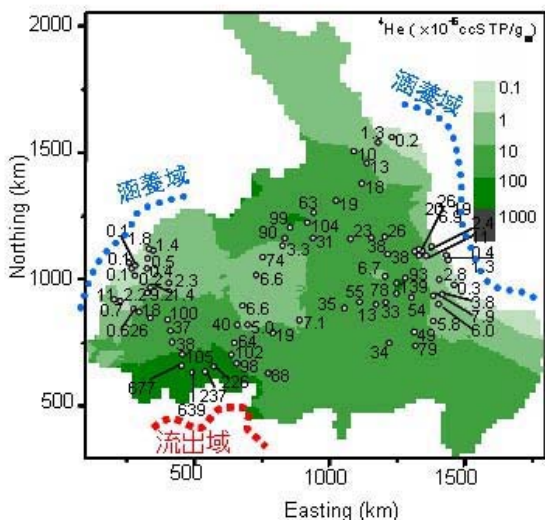


図5 ^4He の分布

涵養域で値が小さく、流動方向に蓄積により増加する。数字は井戸における観測値を示す。

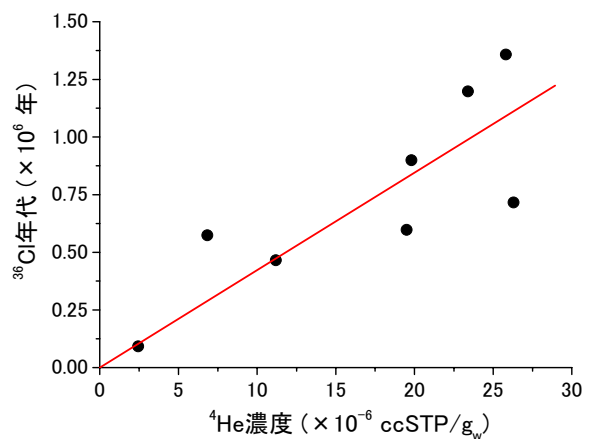


図6 ^{36}Cl 年代と ^4He 濃度の関係

^{36}Cl で評価した地下水年代と ^4He で評価した地下水年代は整合する。